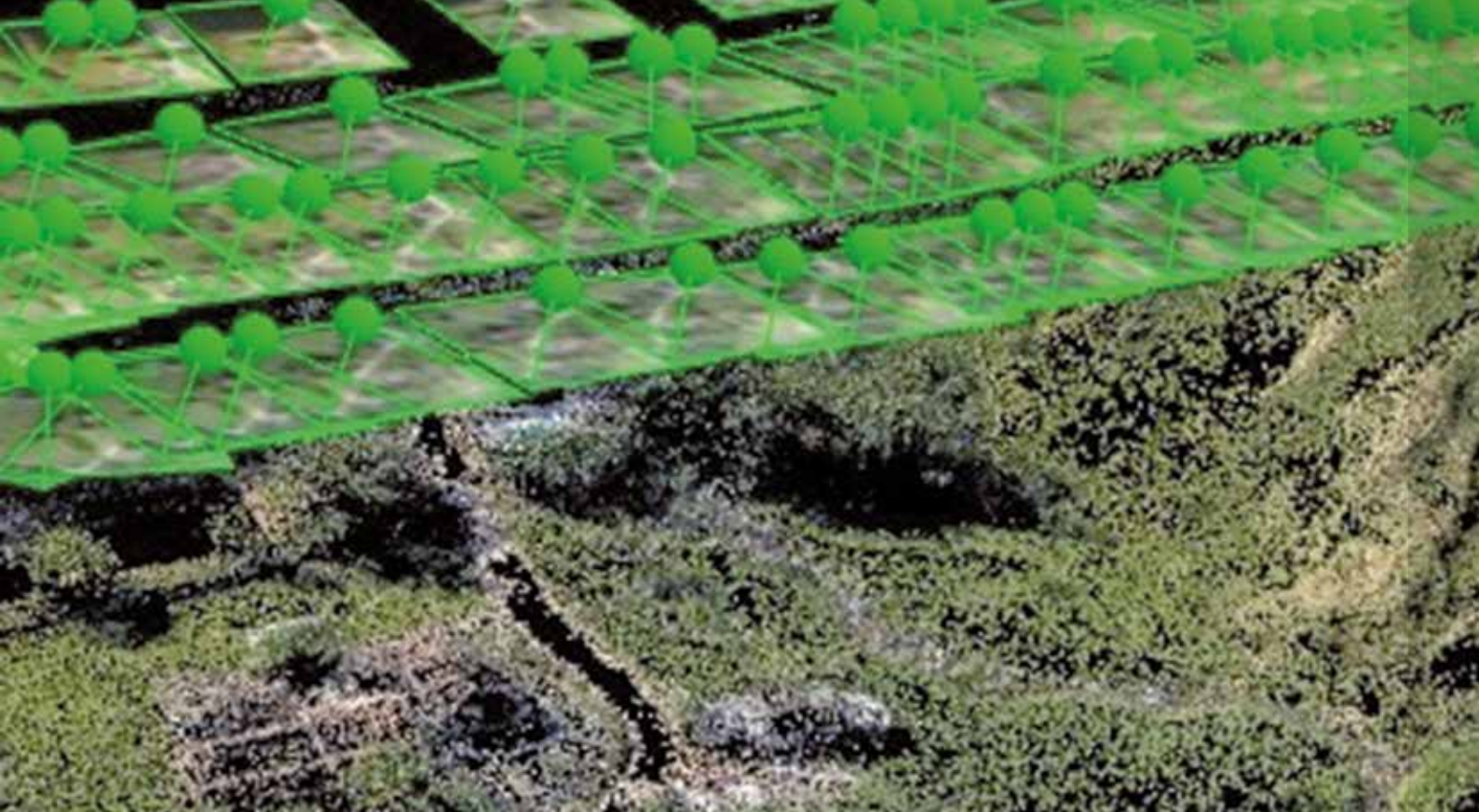




Gestão Ambiental na Era Moderna: a socialização de novas tecnologias com uso de drones para monitoramento ambiental no Vale do Itajaí – Santa Catarina

Péricles Rocha da Silva: Ecologia e Conservação de Recursos Naturais - Instituto Federal Catarinense (IFC)
Marcos Antônio Mattedi: Desenvolvimento Regional – FURB (Universidade Regional de Blumenau)
Leandro Ludwig: Desenvolvimento Regional – FURB (Universidade Regional de Blumenau)
Eduardo Augusto Werneck Ribeiro: Instituto Federal Catarinense (IFC) – *campus* São Francisco do Sul

Introdução

Os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) ou Drones têm sido muito utilizados em diversas áreas como pesquisa, esporte, resgate, comunicação, bélica e comércio (BORNE, 2014). O uso

de VANTs para análise, diagnóstico e monitoramento ambiental pode fornecer uma ferramenta inovadora em relação à melhoria nos processos de gestão ambiental. Atualmente o monitoramento ambiental pode ser realizado por aerofotografias. Porém, nem sempre é possível obter imagens boas devido às condições climáticas inapropriadas,

técnicas sem acurácia ou autonomia deficitárias. Isso pode ser contornado com o uso de VANTs que, dentre outros aspectos, coletam dados com maior acurácia e autonomia.

A popularização dos VANTs tem aumentado cada vez mais no Brasil. Notavelmente, as pesquisas com essa ferramenta contribuem para geração de conhecimento com maior rapidez e qualidade. Consequentemente, a divulgação dessas informações tem se tornado cada vez mais acessível ao público fora da academia.

O compartilhamento do conhecimento produzido nas instituições de ensino é um processo necessário para a sensibilização das pessoas quanto aos conflitos ambientais de uma dada região. A educação ambiental tem o poder de alcançar todas as idades para divulgação da informação e tem um potencial transformador grande, quando lida com o público jovem, seja por meio de abordagens diretas, como palestras, ou produção de material didático.

Nosso trabalho teve como propósito estabelecer um protocolo de utilização de VANT para monitoramento aéreo de uso de mananciais que visam à captação de recursos hídricos e aterros sanitários legais, além de atividades teóricas e práticas inerentes à Educação Ambiental.

Fundamentação Teórico-Metodológica

Os serviços ecossistêmicos ou ambientais caracterizam todos os benefícios gerados gratuitamente pelos recursos naturais; relaciona-se tanto a bens, por exemplo, madeira, quanto a serviços propriamente ditos, como conservação de água e lazer (SCHAFFER *et al.* 2011). Sarukhán e Whyte (2005) classificaram esses serviços em quatro categorias principais: serviços de fornecimento, como alimentos, água e madeira; serviços culturais, como recreação e ecologia da paisagem; serviços de apoio, como formação do solo, permeabilização adequada e fotossíntese; e

serviços regulatórios, como regulação da qualidade do ar, regulação climática, regulação dos recursos hídricos, controle da erosão, purificação da água, controle de doenças, controle de pragas, polinização e proteção de tempestades. A maioria dos serviços ecossistêmicos é proveniente da função das florestas. No caso de mudanças climáticas, elas provêm especialmente os serviços regulatórios e de apoio, e podem contribuir reduzindo a ocorrência das inundações e minimizando os seus efeitos, interceptando as águas das chuvas (BACKES, 2007).

A Gestão Ambiental é uma ferramenta utilizada pelas políticas públicas para lidar com eventos naturais drásticos, prevenir ou mitigar impactos ambientais que possam afetar negativamente os serviços ecossistêmicos. Chama-se de Impacto Ambiental as modificações oriundas das ações humanas no meio ambiente e podem ser caracterizadas como negativas ou positivas. Por exemplo, a geração de emprego e renda por uma indústria é um fator de impacto positivo, enquanto a poluição atmosférica gerada por essa indústria, a poluição de rios e desmatamento são caracterizados como impactos negativos ao meio. Essas ações possuem aspectos ambientais inerentes que levam cada vez mais à degradação do meio, acarretando num desserviço à sociedade, desalojamentos ou até mesmo mortes de pessoas, fauna e flora associadas. Assim como o impacto ambiental, os fenômenos naturais (ex.: chuvas e raios) são capazes de transformar a paisagem. Em determinadas situações, os fenômenos podem ser potencializados por impactos que ocorrem cotidianamente numa dada região.

O Vale do Itajaí, em Santa Catarina, sofreu em 2008 o maior desastre ambiental de sua história (SIEBERT, 2018), com fortes chuvas que acarretaram deslizamentos de terra, inundações e paradoxalmente a falta d'água potável em algumas cidades, como Pomerode.

O crescimento populacional, junto à capacidade tecnológica para a realização de obras de todos

os graus de magnitude que impactam a paisagem e os ecossistemas naturais, o desmatamento, a intensa movimentação e exposição de solos e subsolos, além de outros processos e a ocupação das áreas ambientalmente frágeis, aceleraram a transmutação da paisagem natural em uma paisagem antropizada menos equilibrada. A transformação da paisagem, que antes era discreta na escala geológica, agora, pela ação do homem, apresenta fenômenos acelerados e por vezes catastróficos, como o desastre climático ocorrido no médio Vale do Itajaí em novembro de 2008, com ocorrência de milhares de deslizamentos de encostas, perdas de 135 vidas humanas, dois desaparecidos e incalculáveis prejuízos materiais (BACCA e AUMOND, 2018).

Deslizamentos de terra em regiões impactadas sem matas ciliares proporcionaram um carregamento de sedimento tamanho que elevou o grau de turbidez da água de tal forma que a Estação de Tratamento de Água (ETA) do município de Pomerode teve que interromper o fornecimento de água à população para realizar a limpeza de seus filtros (com. Pers. SAMAE).

O desenvolvimento de tecnologias para monitoramento ambiental aliado a práticas de Educação Ambiental mostra-se promissor para o desenvolvimento social menos agressivo ou prejudicial às gerações atuais e futuras. A Educação Ambiental deve estar presente em todas as disciplinas do currículo escolar, atuando, assim, de forma multidisciplinar, a qual possibilita a melhor compreensão de fenômenos e processos. Dessa forma, a Educação Ambiental, quando utilizada em projetos de Extensão, torna-se ferramenta eficaz, podendo ser aplicada tanto na prática quanto na teoria, demonstrando seu caráter multiuso.

Material e Métodos

Os trabalhos se concentraram no município de Pomerode, no Médio Vale do Itajaí em Santa Catarina, para realização do projeto-piloto.

Um VANT multi-rotor foi desenvolvido com um sensor RGB embutido para captura de imagens de áreas naturais e antropizadas. As imagens foram obtidas por meio de voo autônomo programado no *software Mission Planner*, o qual permitiu delimitar o percurso que o VANT deveria realizar para coleta de dados de forma autônoma. Por fim, as imagens obtidas foram processadas com o *software Pix4D*, em que foram compiladas em um único ortomosaico. O software gerou uma nuvem de pontos tridimensional e consequentemente um modelo em 3D da área analisada.

Como veículo de divulgação das ações do projeto foi desenvolvido um site utilizando as linguagens de programação PHP 7.2 e JavaScript 1.8.5, além da framework AngularJS 1.6.4. O desenvolvimento do design ocorreu a partir de HTML5 e CSS3, com as bibliotecas Bootstrap 3.3.7 e W3CSS 4.

Foi desenvolvida uma cartilha educacional com o programa open source GIMP 2.10.4 para elaboração das montagens e criação de ilustrações. A cartilha utilizou dados de trabalhos realizados pelos alunos das escolas de ensino fundamental de Pomerode e informações sobre histórico do uso do solo. O drone foi utilizado como protagonista em passagens da cartilha para chamar atenção de pontos relevantes do texto.

Para demonstrar a aplicabilidade do estudo e sensibilizar os estudantes quanto às questões ambientais foram escolhidos os temas água e desmatamento para realização de abordagens com os alunos. Essas abordagens consistiram em desenvolvimento de palestras e demonstração da aplicabilidade na prática dos fenômenos envolvidos, como experimentos de química e uso de modelos para demonstrar erosão hídrica e assoreamento. Os modelos foram construídos com uso de caixas de madeira (tipo caixa de verdura), blocos de grama e terra. Em um modelo, uma caixa foi preenchida com placa de grama e no outro experimento, foi preenchida com terra. O uso desse modelo ocorreu com a aspersão

de água numa mangueira simulando a ação das chuvas sobre o solo coberto (com grama) e descoberto (sem grama).

Em conjunto com o Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAEPomerode), foi aplicado um Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) em área de Mata Ciliar. Foram utilizadas essências nativas da Mata Atlântica para o plantio, o qual ocorreu com orientação aos estudantes e demais participantes, trazendo técnicas de manejo para realizar o plantio e sua importância para recuperação da área.

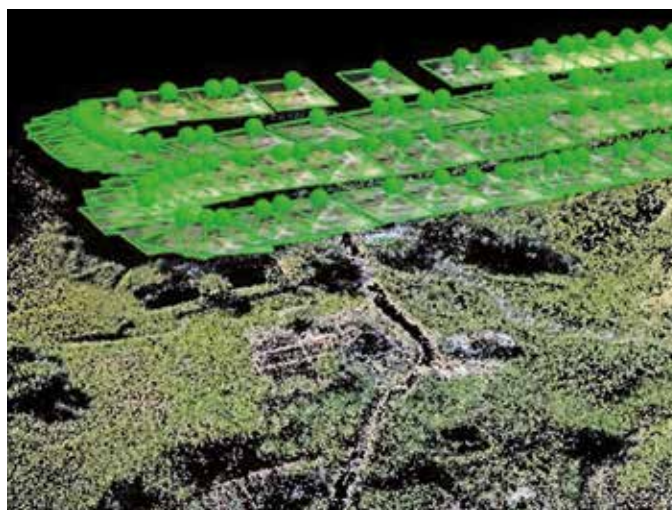
Resultados e Discussão

Os testes realizados com o VANT em área antropizada demonstraram seu

funcionamento em uma missão autônoma, ou seja, como o VANT opera no campo para capturar as imagens preestabelecidas em software específico (planejador de missão) (Figura 1). Ortomosaicos e modelos tridimensionais permitem realizar um registro temporal do cenário atual e principalmente ampliar a percepção da situação, o que fornece subsídios para abordagens multidimensionais (TANZI *et al*, 2016). Futuramente esses dados poderão ser comparados com outros dados coletados no local e serem utilizados para tomadas de decisão, sendo úteis em caso de ocupação inadequada do solo ou ações que degradem afluentes da bacia hidrográfica. As análises desses registros poderão subsidiar ações por tomadores de decisão da região.



a



b

Figura 1: a) VANT construído para coleta de dados; e b) Nuvem de pontos utilizada para criar imagens tridimensionais na área de estudo em Pomerode - SC

As ações desenvolvidas e alguns resultados foram divulgados nas atividades de Educação Ambiental por meio do site do projeto (<http://tat.blumenau.ifc.edu.br/#!/>) e da cartilha de educação ambiental, que será utilizada como material de apoio nas escolas de educação fundamental e básica do município de Pomerode.

Os temas definidos para compor a cartilha foram: História do Uso e Ocupação do Solo; Meio Ambiente e Desmatamento e Recursos Hídricos. Além disso, foram realizadas quatro palestras para explicar o funcionamento do VANT e 16 palestras voltadas à conservação ambiental (recursos hídricos e desmatamento). Durante as palestras voltadas à conservação, foi possível realizar experimentos sobre turbidez da água, erosão e assoreamento. Foram atingidos 662 alunos distribuídos entre turmas do 1º ao 9º ano das Escolas de Ensino Básico Almirante Barroso e Hermann Guenther (Figura 2).

A necessidade da presença da vegetação ciliar é inquestionável, não somente pelas suas funções com efeitos que transcendem o local, mas também porque refletem na qualidade de vida de toda a população sob influência de uma bacia hidrográfica (DAVIDE *et al*, 2000). Para complementar o exposto na teoria, foi implantado um PRAD em área de mata ciliar em parceria com o SAMAE/ Pomerode, alunos e servidores da Escola Almirante Barroso. Quarenta e quatro alunos participaram do plantio de 250 essências nativas em uma área de 0,43ha como *Schinus terebinthifolius* (Aroeira), *Inga* sp. (Ingá), Melastomataceas e *Syzygium* sp. (jamelão) (Figura 3). Esta atividade, além de ser uma aplicabilidade prática do que foi trabalhado com os alunos nas palestras, é uma ação com potencial para manutenção da qualidade e quantidade de água, estabilização de margens do trecho do rio, criação de habitat para a vida silvestre e habitat aquático indiretamente.



Figura 2 – Ações desenvolvidas nas EBM Almirante Barroso e Hermann Guenther. a) Palestra sobre recursos hídricos; b) Palestra sobre funcionamento e aplicabilidade do VANT no projeto; c) Experimento demonstrativo de retirada da turbidez da água; d) Teste de acidez da solução; e) Experimento simulando a interação da água da chuva em solo coberto; e f) Experimento simulando a interação da água da chuva em solo descoberto



Figura 3. Implantação do Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD). a) Essências nativas utilizadas no PRAD; b) Orientações sendo passadas sobre como realizar o plantio; c) Detalhe do plantio por aluno de ensino fundamental; d) Equipe envolvida na atividade do plantio composta por membros da EBM Almirante Barroso, IFC Blumenau, Secretaria de Educação e SAMAE/Pomerode.

As atividades desenvolvidas até o momento são básicas para aplicação das premissas do desenvolvimento sustentável observados em aspectos sociais, econômicos e ambientais. Com base em pesquisas na legislação pertinente e análise do uso e ocupação do solo, será criado um protocolo de utilização de drones para diagnosticar o uso de mananciais para captação de recursos hídricos e funcionamento de aterros sanitários. Esse protocolo será fruto de um esboço de regulação de usos

de mananciais e aterros por meio da implantação do monitoramento aéreo. Consequentemente, esse produto será transferido ao final das atividades do segundo projeto já aprovado no Edital 130/2018 Reitoria/IFC, para a Agência Intermunicipal de Regulação do Médio Vale do Itajaí (AGIR) a custo zero. Busca-se, assim, a melhoria dos serviços de gestão ambiental realizados pela agência na região do Médio Vale do Itajaí com o potencial de beneficiar 750.000 pessoas. ◀

REFERÊNCIAS

- BACCA, L.; AUMOND, J.L. Vegetação, meio ambiente e os desastres. In: MATTEDI, M.; LUDWIG, L.; AVILA, M.R.R. **Desastre de 2008 + 10 no vale do Itajaí. Água, gente e política: aprendizados**. Blumenau: edifurb, v. único, Cap.1, p.73-90. 2018.
- BACKES, A. "Precipitação pluviométrica e concentração de nutrientes minerais na água da chuva na região da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul." **Pesquisas, Botânica**. v. 58, p.331-345. 2007.
- BORNE, T. Robotização: implicações políticas e securitárias do uso de drones na era digital. **Revista Conjuntura Austral**, v. 5, n.º 23, p.83-100. 2014.
- DAVIDE, A.C.; FERREIRA, R.A.; FARIA, J.M.R.; BOTELHO, S.A. Restauração de matas ciliares. **Informe Agropecuário**, v. 21, n.º 207, p.65-74. 2000.
- SARUKHÁN, J; WHYTE, A. Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human well-being: Biodiversity Synthesis. **Washington, DC: World Resources Institute**. 155p. 2005.
- SCHÄFFER, W.B.; ROSA, M.R.; AQUINO, L.C.S.; MEDEIROS, J.D. Áreas de preservação permanente e unidades de conservação x áreas de risco: o que uma coisa tem a ver com a outra. **Relatório de inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 99p. 2011.
- SIEBERT, C. 2008+10 no Vale do Itajaí: Resiliência Reativa ou Evolutiva? In: MATTEDI, M.; LUDWIG, L.; AVILA, M.R.R. **Desastre de 2008 + 10 no vale do Itajaí. Água, gente e política: aprendizados**. Blumenau: edifurb, v. único, Cap.4, p.323-340. 2018.
- TANZI, T.J.; CHANDRA, M.; ISNARD, J.; CAMARA, D.; SEBASTIEN, O.; HARIVÉLO, F. **Towards "Drone-Borne" disaster management: future application scenarios**. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, v. III-8, pg.181-189. 2016.